DISTRIBUSI WAKTU ANTAR KEDATANGAN PENUMPANG TRANSMETRO BANDUNG RUTE CICAHEUM-CIBEUREUM

Fransiska Stefani
Mahasiswa Program Sarjana,
Program Studi Teknik Sipil,
Fakultas Teknik
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung
fransiskastefani@ymail.com

Tri Basuki Joewono
Staf Pengajar
Program StudiTeknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung
vftribas@unpar.ac.id

Abstract

The level of a bus service system is affected by several factors, namely the frequency of bus arrival and the rate of passenger arrival time among others. The passenger arrival time is affected by passengers' knowledge of bus schedule. The purpose of this study is to analyze the pattern of distribution of passengers arrival time at bus shelters located in the corridor Cicaheum-Cibeureum and to determine the suitable probability distribution. The result of analysis showed that passengers arrival time follows Weibull distribution based on one week data with an average value 1,75 minutes. The analysis also indicated that passengers arrival time on each category of bus headway compatible with Weibull distribution with average value between 1,28 minutes and 3,06 minutes.

Keywords: *Arrival Time, Passengers, Trans Metro Bandung*

Abstrak

Tingkat pelayanan sistem bus dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain frekuensi kedatangan bus dan laju kedatangan penumpang. Kedatangan penumpang dipengaruhi oleh pengetahuan penumpang akan jadwal bus. Tujuan studi ini adalah menganalisis pola sebaran waktu kedatangan penumpang pada halte yang berada pada koridor Cicaheum-Cibeureum dan menentukan distribusi peluang yang sesuai. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu kedatangan penumpang mengikuti distribusi Weibull untuk data satu minggu penuh dengan rata-rata sebesar 1,75 menit. Analisis juga menunjukkan bahwa waktu kedatangan penumpang pada masing-masing kelompok waktu antar kedatangan bus mengikuti distribusi Weibull dengan rentang rata-rata antara 1,28 hingga 3,06 menit.

Kata-kata Kunci: *Waktu Kedatangan, Penumpang, Trans Metro Bandung*

PENDAHULUAN

Bandung sebagai salah satu kota besar di Indonesia tidak lepas dari persoalan kemacetan. Strategi pemerintah untuk melayani kebutuhan angkutan masyarakat adalah dengan membangun angkutan umum cepat massal (*Bus Rapid Transit*) (Robiana et al., 2011). *Bus Rapid Transit* adalah sebuah sistem bus yang cepat, nyaman, aman, dan tepat waktu dari sisi infrastruktur, kendaraan, dan jadwal (Hook, 2009). Salah satu contoh aplikasi BRT di Bandung adalah pengoperasian Trans Metro Bandung (TMB) (Zefanya et al., 2013).

Target yang ditetapkan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung adalah satu juta penumpang sejak dimulainya operasi TMB (Gandapurnama, 2012). Jumlah penumpang TMB terus meningkat. Sampai dengan bulan Desember 2009, tercatat sebanyak 27.686 penumpang umum dan 28.870 pelajar/mahasiswa per bulannya telah berhasil diangkut (NTMC Korlantas Polri Bandung, 2012).

Penerapan TMB kurang maksimal karena tidak mempunyai jalur khusus dan sering berhenti di luar halte yang disediakan sehingga tujuan awal TMB untuk mengurangi kemacetan belum dapat dicapai (Munir, 2013). Hal ini terjadi karena fasilitas penunjang TMB tidak sesuai kebutuhan, sehingga sebagian besar penumpang tidak menunggu di halte. Hal-hal tersebut menyebabkan TMB belum dapat dikategorikan sebagai BRT. Berdasarkan karateristik tersebut perlu dianalisis lebih lanjut mengenai tingkat pelayanan sistem bus TMB.

Pelayanan bus perlu dipelajari lebih detail, karena pelayanan sistem bus dipengaruhi oleh frekuensi kedatangan bus dan laju kedatangan pengguna sistem (Mazaya et al., 2013). Taksiran waktu kedatangan penumpang sangat penting untuk dua alasan utama. Pertama, waktu kedatangan mempengaruhi waktu tunggu dan kedua, waktu kedatangan berdampak pada stabilitas jaringan transportasi (Braendli dan Mueller, 1981). Ada beberapa studi tentang waktu kedatangan penumpang yang pernah dilakukan sebelumnya, misalnya Mazaya et al. (2013) yang membahas hubungan tingkat permintaan bus TransJakarta dengan pola sebaran kedatangan penumpangnya. Pada studi tersebut ditemukan bahwa distribusi kedatangan penumpang adalah mengikuti distribusi eksponensial. Luethi et al. (2006) membahas hubungan waktu kedatangan penumpang terhadap waktu antara bus dan waktu tunggu penumpang di halte. Studi tersebut dilakukan di Zurich, Switzerland dan ditemukan bahwa distribusi yang cocok dengan kedatangan penumpang pada halte bus berupa distribusi seragam (*uniform distribution*). Mishalani dan McCord (2006) membahas mengenai waktu kedatangan penumpang, waktu tunggu di halte, dan waktu aktual kedatangan bus di Illinois, Chicago. Di Medan, Sumatera Utara pernah dilakukan penelitian oleh Harahap (2010) terhadap kinerja pelayanan angkutan umum (Bus DAMRI) pada ruas jalan arteri Kota Medan termasuk di dalamnya membahas waktu kedatangan penumpang bus.

Studi tentang waktu tunggu penumpang banyak dilakukan dengan menggunakan data dari negara maju. Studi tentang waktu tunggu penumpang yang menggunakan data dari negara sedang berkembang perlu dilakukan mengingat karateristrik pengoperasian yang berbeda. Studi terkait waktu tunggu perlu dilakukan untuk menyiapkan pengembangan operasi yang akibatnya meningkatkan kualitas pelayanan bus. Adapun tujuan dari studi ini adalah menganalisis pola sebaran variabel acak waktu kedatangan penumpang di halte Trans Metro Bandung, khususnya koridor 2 Cicaheum – Cibeureum.

TAHAPAN PENELITIAN

Pada tanggal 14-20 Desember 2013 dilakukan pengumpulan data pada dua halte TMB, yaitu Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Giro Kosambi yang terletak pada koridor 2 TMB (Cicaheum-Cibeureum). Pengumpulan data diperlukan untuk mendapatkan data primer, yaitu waktu kedatangan penumpang pada halte guna menentukan distribusi kedatangan penumpang TMB.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengamatan langsung di halte. Halte yang diamati dilengkapi dengan *video camera*, tripod, dan dua orang surveyor yang bertugas melakukan pengumpulan data. Data digital berupa rekaman waktu kedatangan penumpang selanjutnya disusun dalam tabel berdasarkan variabel yang diperlukan. Untuk menentukan

distribusi waktu kedatangan penumpang TMB digunakan metode analisis statistika inferensial.

ANALISIS

Analisis Waktu Antara Kedatangan Penumpang

Variabel yang dianalisis adalah waktu kedatangan penumpang dan jumlah penumpang pada Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Kosambi. Pada Gambar 1 ditampilkan histogram waktu antara kedatangan penumpang. Histogram ini memperlihatkan sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada seluruh hari pengamatan, yaitu hari Senin hingga Minggu. Penumpang diklasifikasikan berdasarkan interval waktu antara kedatangan per lima menit. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penumpang paling banyak tersebar dalam rentang waktu 0 hingga 5 menit. Semakin besar nilai waktu antara kedatangan penumpang, maka semakin sedikit penumpang yang melakukannya.

Untuk kumpulan data yang lebih detail mengenai waktu antara kedatangan penumpang selama hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menampilkan deskripsi data waktu antara kedatangan penumpang dalam seminggu. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa pada kedua halte yang ditinjau mempunyai nilai variansi terbesar sebesar 303 menit.

Tabel 1 Deskripsi Statistika Waktu Antara Kedatangan dalam Seminggu

Hari	Rata-rata	Dev. St	Varians	Maksimum
Senin	9,08	14,83	220,01	57,83
Selasa	12,59	19,77	390,81	90,10
Rabu	12,68	20,10	404,07	82,18
Kamis	11,99	20,81	433,25	82,02
Jumat	6,23	13,62	185,49	59,82
Sabtu	9,12	13,57	184,09	60,20
Minggu	13,17	17,41	303,03	84,68

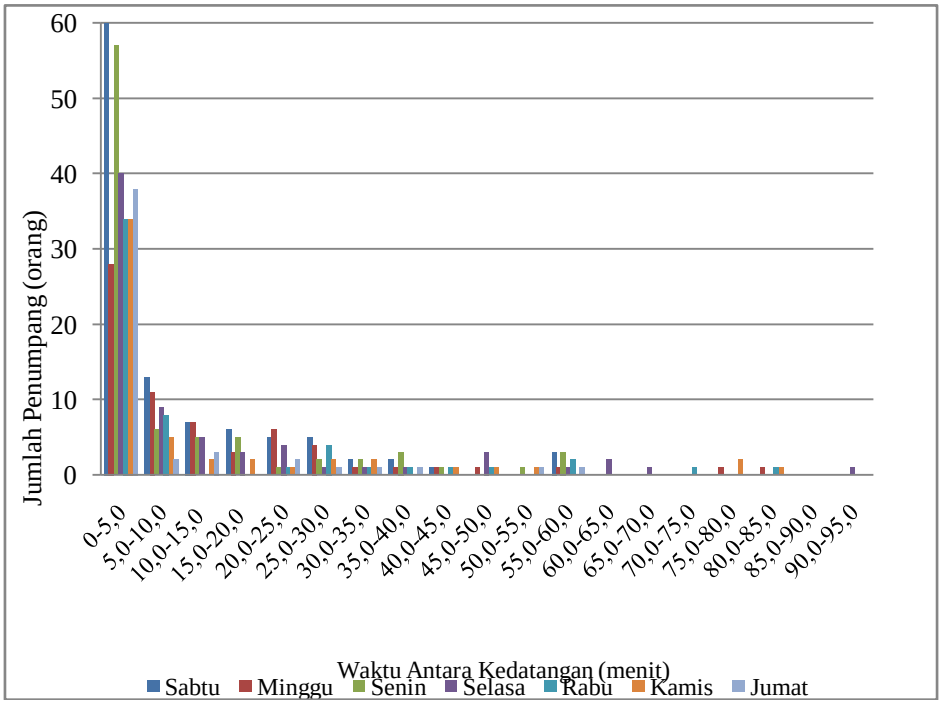
Selanjutnya dilakukan uji untuk mengetahui distribusi statistika yang cocok. Tabel 2 menampilkan hasil jenis uji kebaikan suai untuk data selama seminggu dengan hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

H_0: Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB cocok dengan jenis distribusi tertentu.

H_1: Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

Hasil analisis, seperti tampak dalam Tabel 2, menunjukkan jenis distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull, dengan *p-value* sebesar 0,08 yang lebih besar daripada tingkat keterandalan sebesar 5% yang digunakan. Pada jenis distribusi Lognormal, Gamma, Eksponensial nilai *p-value* yang diperoleh adalah lebih kecil daripada 5%, sehingga disimpulkan bahwa distribusi tersebut tidak sesuai. Fungsi kepadatan peluang dan

persamaan fungsi kepadatan peluang untuk distribusi Weibull ditampilkan pada Gambar 2. Fungsi tersebut memiliki nilai rata-rata (μ) adalah sebesar 1,75 menit.

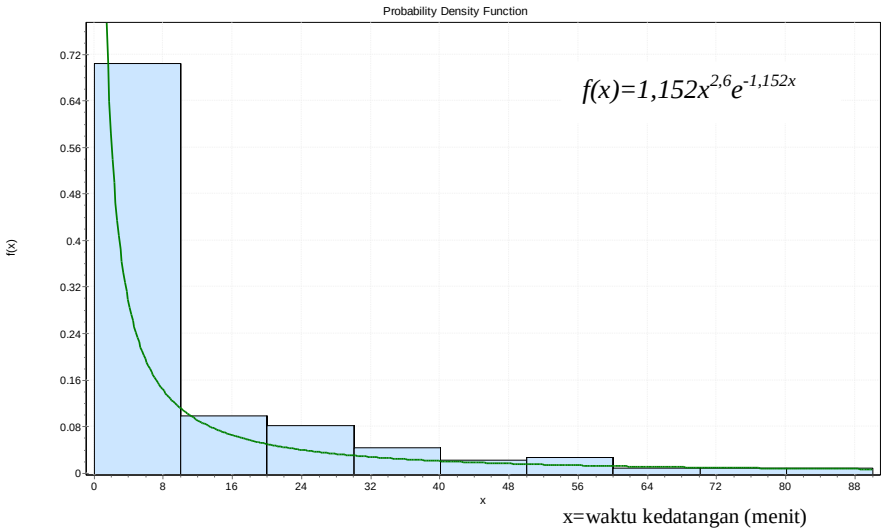


Gambar 1 Histogram WaktuAntara Kedatangan Penumpang TMB untuk data Satu Minggu

Tabel 2 Hasil *Goodness-of-fit Test*Distribusi Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB untuk data Satu Minggu

Jenis Distribusi	Nilai AD	*P-value*
Weibull	10,20	0,08
Lognormal	17,98	<0,005
Gamma	5,22	<0,005
Eksponensial	255,45	<0,01

dengan: AD = Anderson Darling



Gambar 2 Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB Dalam Seminggu

Analisis yang sama juga diterapkan untuk menentukan jenis distribusi peluang yang cocok pada masing-masing halte yang ditinjau, yaitu Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Kosambi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0: Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada halte cocok dengan jenis distribusi tertentu.

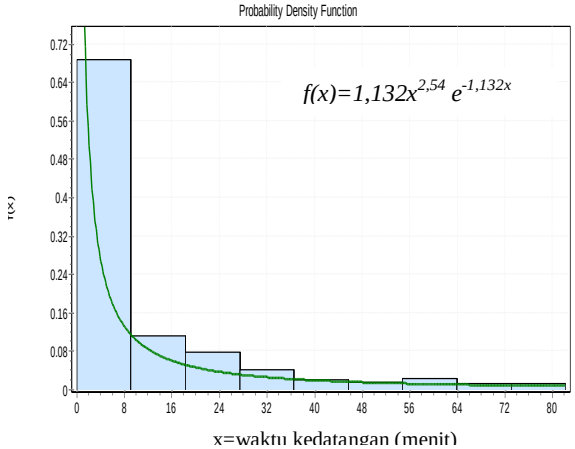
H_1: Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada halte tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

Hasil uji kecocokan distribusi waktu antara kedatangan penumpang untuk masing-masing halte dapat dilihat pada Tabel 3. Analisis menunjukkan bahwa jenis distribusi peluang Weibull adalah cocok. Pada Gambar 3 disajikan fungsi kepadatan peluang waktu antara kedatangan penumpan dan persamaan fungsi kepadatan peluanguntuk kedua halte yang ditinjau.

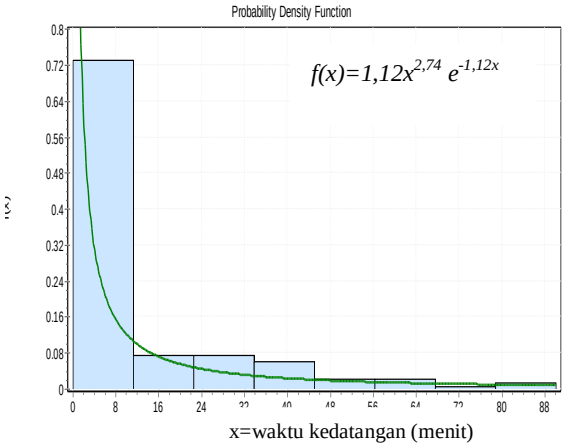
Tabel 3 Hasil Uji Jenis Distribusi Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB untuk kedua Halte

	Halte Stadion Persib		Halte Kantor Pos Kosambi	
Jenis Distribusi	Nilai AD	*p-value*	Nilai AD	*p-value*
Weibull	29,24	0,11	23,55	>0,05
Lognormal	38,45	<0,005	28,98	<0,06
Gamma	31,07	<0,005	24,03	<0,07
Eksponensial	186,62	<0,02	158,74	<0,08

dengan: AD = Anderson Darling



a) Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antar Kedatangan Penumpang TMB pada Halte Stadion Persib



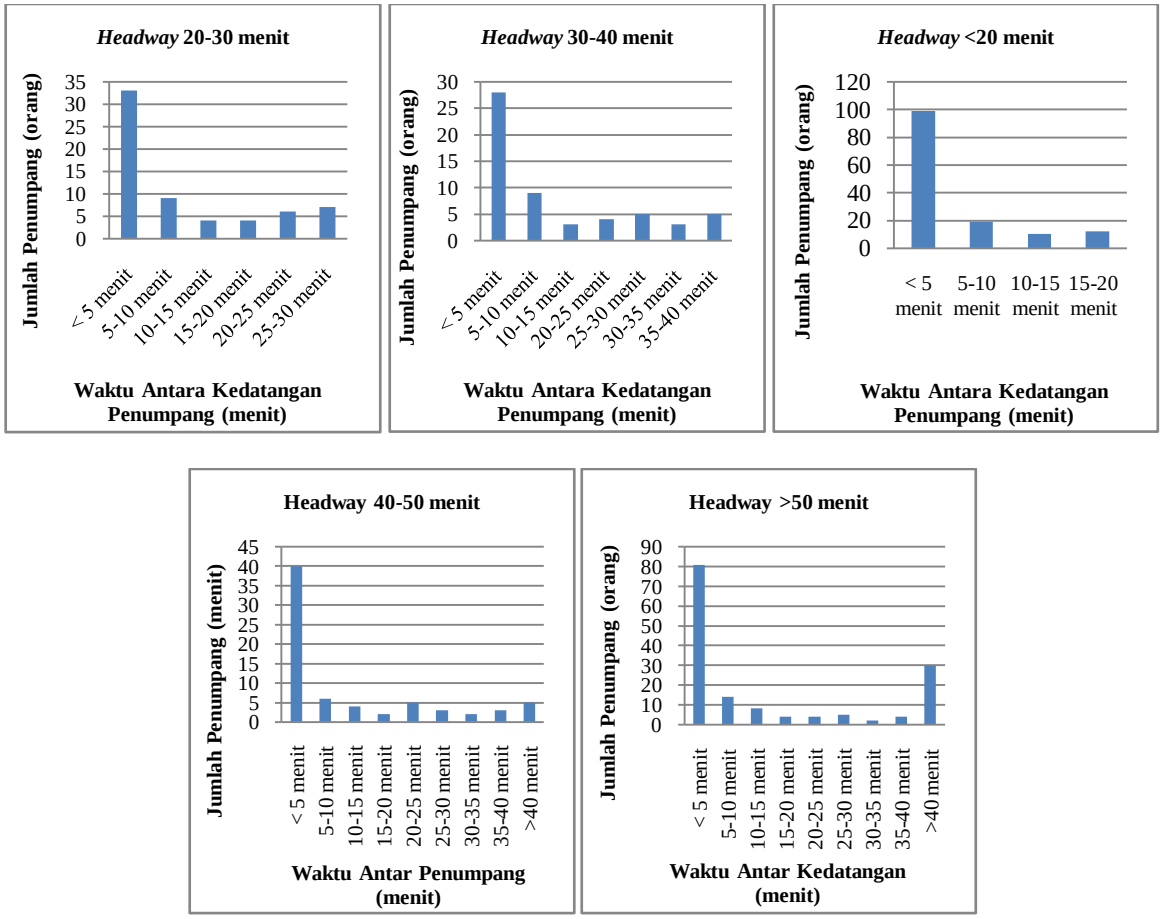
b) Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antar Kedatangan Penumpang TMB pada Halte Kantor Pos Kosambi

Gambar 3 Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang pada Kedua Halte yang Ditinjau

Analisis Distribusi Waktu Antara Kedatangan Penumpang Menurut *Headway* Bus

Waktu antar kedatangan bus dibagi ke dalam lima interval waktu *headway*, yaitu interval kurang dari 20 menit, 20-30 menit, 30-40 menit, 40-50 menit, dan lebih besar daripada 50 menit. Pembagian interval waktu antara kedatangan bus ini dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Tabel 4 disajikan deskripsi statistika untuk waktu antara kedatangan penumpang yang telah diklasifikasikan dalam rentang waktu antara bus. Histogram menunjukkan ciri menurun ke arah kanan atau distribusi berbentuk J terbalik, karena itu diperkirakan bahwa waktu antara penumpang berdasarkan kelompok waktu antara kedatangan bus cocok dengan distribusi peluang Normal, Eksponensial, Lognormal, Gamma, dan Weibull.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa deviasi standar terbesar berada pada rentang waktu antara kedatangan bus lebih daripada 50 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada rentang waktu antara kedatangan bus lebih daripada 50 menit, penumpang datang lebih berfluktuatif dibanding rentang waktu antara kedatangan bus lainnya. Nilai rata-rata waktu antara kedatangan penumpang juga semakin besar untuk interval waktu antara kedatangan bus yang semakin besar.



Gambar 4 Histogram Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB menurut Kelompok Waktu Antara Kedatangan Bus

Tabel 4 Deskripsi Statistik Waktu Antar Kedatangan Penumpang berdasarkan Waktu Antara Bus

Interval Waktu Antara Bus	n	Mean	Median	Deviasi Standar
>20 menit	140	4,16	1,38	5,57
20-30 menit	63	8,80	4,65	10,15
30-40 menit	57	11,29	5,08	13,68
40-50 menit	70	11,67	2,38	16,50
>50 menit	152	17,91	3,89	26,23

n: ukuran sampel

Pada rentang waktu antara kedatangan bus pertama, yaitu kurang dari 20 menit, rata-rata waktu antara kedatangan penumpang adalah kurang dari 5 menit. Dapat dikatakan bahwa penumpang tiba di halte dekat dengan waktu kedatangan bus. Untuk rentang waktu antar kedatangan bus yang semakin panjang, maka penumpang memiliki rata-rata waktu antar kedatangan yang semakin besar. Ada fenomena yang terjadi di halte-halte tersebut, dimana calon penumpang yang menunggu bus terbagi dua, yaitu menunggu TMB dan menunggu DAMRI. Hal ini terjadi dikarenakan kedua bus ini mempunyai rute yang sama. Calon penumpang akan memilih bus yang datang lebih dulu. Penumpang yang menunggu

DAMRI menunggu dekat dengan halte TMB, sehingga saat TMB datang lebih dulu penumpang akan datang ke halte untuk menggunakan TMB.

Penumpang yang berada dalam rentang waktu antara kedatangan bus lebih dari 50 adalah yang terbanyak. Rata-rata penumpang tiba di halte berkisar antara pukul 09.00WIB hingga pukul 10.00 WIB (segmen pagi), pukul 11.00 WIB hingga pukul 14.00 WIB (segmen siang), dan pukul 15.00 WIB hingga pukul 16.00 WIB (segmen sore). Dapat dikatakan bahwa kisaran waktu tersebut adalah jam puncak pada halte TMB.

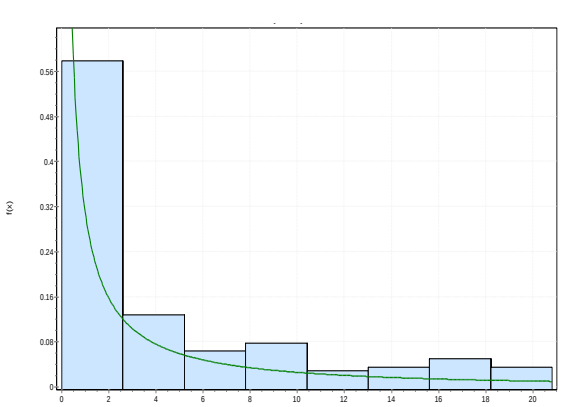
Berdasarkan hasil analisis kebaikan suai diketahui bahwa jenis distribusi yang cocok adalah distribusi Weibull. Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 5 dengan *p-value* lebih besar dari 0,05. Untuk fungsi distribusi kepadatan peluang Weibull, maka nilai *alpha* dan *beta* untuk masing-masing interval waktu antara bus ditampilkan pada Tabel 6, sedangkan fungsi kepadatan peluang dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5 Hasil Uji Jenis Distribusi Waktu Antar Kedatangan Penumpangberdasarkan Waktu Antara Bus

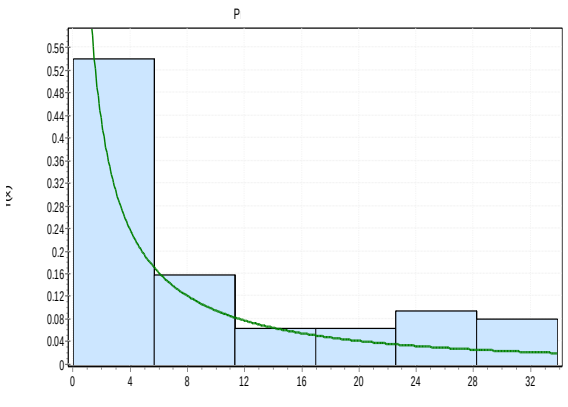
Interval Waktu Antara Bus	Jenis Distribusi	Nilai AD	*P-value*
>20menit	Weibull	27,57	>0,05
20-30 menit	Weibull	1,21	0,5
30-40 menit	Weibull	8,71	0,08
40-50 menit	Weibull	3,43	>0,05
>50 menit	Weibull	8,98	0,06

Tabel 6 Nilai Persamaan Fungsi Kepadatan Peluang Weibull

Interval Waktu Antara Bus	α	β	μ
>20 menit	0,32	1,72	3,06
20-30 menit	0,46	6,12	1,32
30-40 menit	0,29	4,44	1,61
40-50 menit	0,36	5,08	1,46
>50 menit	0,26	9,05	1,28

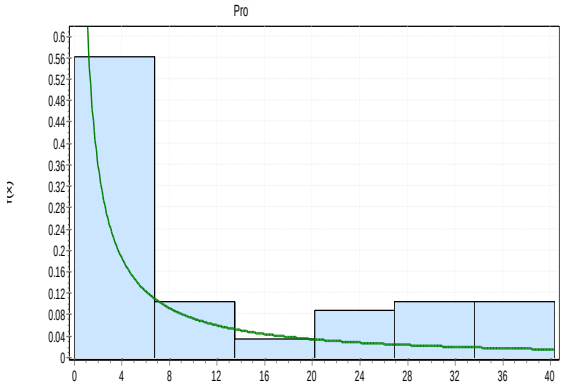


x=waktu kedatangan (menit)

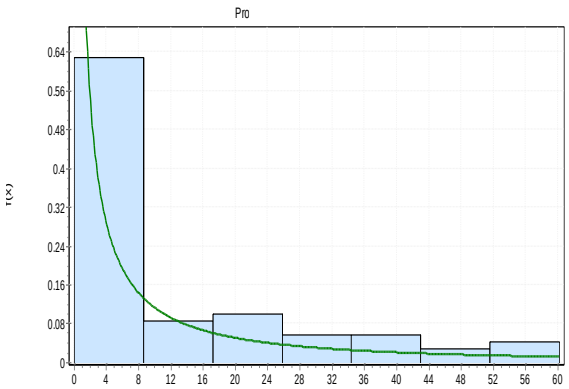


x=waktu kedatangan (menit)

a) waktu antara kedatangan bus lebih dari 20 menit

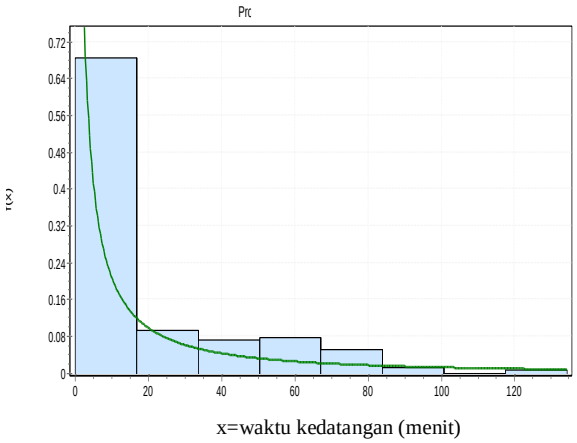


b) waktu antara kedatangan bus 20 menit-30



c)waktu antara kedatangan bus 30 menit-40 menit

d) waktu antara kedatangan bus 40 menit-50 menit



e) waktu antara kedatangan bus lebih dari 50 menit

Gambar 5 Waktu AntaraKedatangan Penumpang berdasarkan *Headway* Bus

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap waktu kedatangan penumpang pada dua halte pada koridor Cicaheum-Cibeureum dapat disimpulkan bahwa waktu kedatangan penumpang paling banyak berada pada interval waktu antara kedatangan penumpang kurang dari 5 menit. Hasil analisis terhadap seluruh hari pengamatan dapat diketahui bahwa jenis distribusi peluang yang cocok adalah distribusi Weibull dengan nilai rata-rata sebesar 1,75 menit.

Untuk kedua halte yang diamati juga diperoleh jenis distribusi yang cocok adalah distribusi Weibull yang mempunyai nilai rata-rata sebesar 1,76 menit untuk Halte Stadion Persib dan 1,74 menit untuk Halte Kantor Pos Kosambi. Dari hasil analisis diketahui pula bahwa jenis distribusi peluang yang cocok adalah distribusi Weibull untuk setiap interval waktu antara bus. Distribusi ini memiliki rentang nilai rata-rata waktu antar kedatangan penumpang sebesar 1,28 menit hingga 3,06 menit.

Perlu penelitian lebih lanjut dengan rentang waktu pengamatan yang lebih lama untuk waktu kedatangan penumpang TMB untuk dapat memberikan rekomendasi penjadualan kedatangan bus/TMB agar lebih efisien dan efektif di masa mendatang.

REFERENSI

Braendli, H., dan Mueller, H., (1981),"*Fahrplanabhängigkeit des Fahrgastzuflusses zu Haltestellen*,Institute for Transport Planning and Systems, Report No. 81/5, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.

Gandapurnama, B., (2012), "TMB Koridor II Targetkan 1 Juta Penumpang,"(online) (http://news.detik.com/, diakses 06 Juli 2013).

Hook, W., (2009), Bus Rapid Transit: *A Cost-Effective Mass Transit Technology, The Institute for Transportation and Development Policy*, New York City.

Lester, T., dan Walton, D., (2009), *Arrival Charateristics of Passenger Intending to Use Public Transport, Opus International Consultants*, New Zealand.

Luethi, M., Weidmann, U., dan Nash, A., (2006), *Passenger Arrival Rates At Public Transport Stations*, Switzerland.

Mazaya, A., Permatasari, A. I., dan Rijal, C., (2012), "Analisis Permintaan Transjakarta", Jurusan Teknik Industri, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Mishalani, G. R., dan McCord, M. M., (2006), Passenger Wait Time Perceptions at Bus Stops: Empirical Results and Impact on Evaluating Real-Time Bus Arrival Information, *Journal of Public Transportation* 9(2), 89-106.

Munir, R., (2009), Beberapa Distribusi Peluang Kontinu: Probabilitias Statistik, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

National Traffic Management Centre Bandung., (2012), "Trans Metro Bandung Jadi Primadona," (online) (http://ntmc-korlantaspolri.blogspot.com/, diakses 08 Juli 2013).

Robiana, M., Fitriati, R., Aminah, Siti., Tangkudung, W. S. P., (2011), Sistem Bus Rapid Transit Transjakarta Dalam Studi Rekayasa Sosial, *Jurnal Transportasi*11(1), 1-10.

Zefanya, I., Purwanto, I., dan Ginanjar, A., (2013), "Trans Metro Bandung (2013)," (online) (http://bandungtransport.wordpress.com/, diakses 06 Mei 2013).